

"Express Mail" mailing label number EV 327 137 031 US

Date of Deposit 11/18/03

Our File No. 9281-4698
Client Reference No. N US02179

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
Minoru Yamada)
Serial No. To Be Assigned)
Filing Date: Herewith)
For: Method From Manufacturing Magnetic)
Head Including Coil)

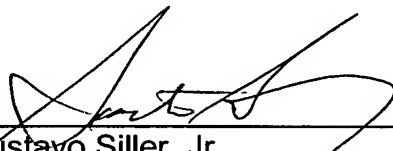
SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of priority document Japanese Patent Application No. 2002-348368 filed on November 29, 2002 for the above-named U.S. application.

Respectfully submitted,



Gustavo Siller, Jr.
Registration No. 32,305
Attorney for Applicant
Customer Number 00757

BRINKS HOFER GILSON & LIONE
P.O. BOX 10395
CHICAGO, ILLINOIS 60610
(312) 321-4200

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年11月29日

出願番号
Application Number: 特願2002-348368
[ST. 10/C]: [JP2002-348368]

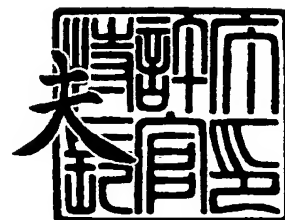
出願人
Applicant(s): アルプス電気株式会社



2003年 8月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 021234AL

【提出日】 平成14年11月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/30

【発明の名称】 磁気ヘッドの製造方法

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社
社内

【氏名】 山田 稔

【特許出願人】

【識別番号】 000010098

【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

【代表者】 片岡 政隆

【代理人】

【識別番号】 100085453

【弁理士】

【氏名又は名称】 野▲崎▼ 照夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100121049

【弁理士】

【氏名又は名称】 三輪 正義

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041070

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】

要約書 1

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気ヘッドの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 以下の工程を有することを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

- (a) 下部コア層をメッキで形成する工程、
- (b) 前記下部コア層上に、磁性材料製の第 1 の持ち上げ層と第 2 の持ち上げ層を第 1 の方向に間隔を開けて形成する工程、
- (c) 前記下部コア層の上に、無機絶縁層を形成する工程、
- (d) 前記無機絶縁層に、前記第 2 の持ち上げ層の回りに位置し、且つ前記第 1 の持ち上げ層と第 2 の持ち上げ層とで挟まれた領域を通過する複数条の溝部を形成する工程、
- (e) 前記溝部の内部及び前記溝部に重なる領域に、前記溝部の深さ寸法より大きな膜厚を有する複数条のコイル層を連続メッキによって形成する工程、
- (f) 前記コイル層の各条の間を絶縁材料で絶縁する工程、
- (g) 前記第 2 の持ち上げ層に接続され、前記第 1 の持ち上げ層と非磁性材料からなるギャップ層を介して対向する上部コア層を、磁性材料を用いて形成する工程、

【請求項 2】 前記第 1 の持ち上げ層上に、ギャップ層を有し、前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向の幅寸法が、前記上部コア層の先端部の前記第 2 の方向の幅寸法より小さいトラック幅規制部を形成する工程を有する請求項 1 記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 3】 前記磁極部は非磁性材料からなるギャップ層と、前記第 2 の方向の幅寸法が、前記上部コア層の先端部の前記第 2 の方向の幅寸法より小さい上部トラック幅規制部を有するものである請求項 2 記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 4】 前記ギャップ層と第 1 の持ち上げ層の間に、磁性材料からなり、前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向の幅寸法が、前記第 1 の持ち上げ層の前記第 2 の方向の幅寸法より小さい下部磁極層を有する請求項 2 または 3 に記載

の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 5】 前記コイル層の各条は、下部領域と、前記下部領域より幅寸法の大きい上部領域からなる請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 6】 前記無機材料層の材料は、 SiO_2 である請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 7】 前記第 2 の持ち上げ層上に第 3 の持ち上げ層を形成し、この第 3 の持ち上げ層に前記上部コア層を接続する請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 8】 前記絶縁層の上に直接にまたは他の層を介して、前記コイル層と電氣的に接続された第 2 のコイル層を形成し、この第 2 のコイル層を覆う絶縁層の上に上部コア層を形成する請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば磁気記録媒体に対向するスライダのトレーリング端部に設けられる磁気ヘッドに係り、特に、記録ヘッド部のコイルの発熱による熱膨張を抑えた磁気ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 14 は、特許文献 1 に記載された従来の磁気ヘッドの構造を示す部分縦断面図である。図 14 に示す薄膜磁気ヘッドは、記録用のインダクティブヘッドである。

【0003】

図 14 に示される磁気ヘッドでは、 NiFe 合金などの軟磁性材料からなる下部コア層 10 の上には、トラック幅 T_w で形成されたトラック幅規制部 11 が形成されている。トラック幅規制部 11 は、下部磁極層 12、ギャップ層 13、および上部磁極層 14 の 3 層膜の積層構造で構成されている。

【0004】

トラック幅規制部の長さ寸法L1によって、磁気ヘッドのギャップデプスGdが規制される。前記ギャップデプスGdは、薄膜磁気ヘッドの電気特性に多大な影響を与えることから、予め所定の長さに設定される。

【0005】

トラック幅規制部11の第1の方向（ハイト側方向；図示Y方向）後方に、コイル層15が形成されている。図2に示すように、下部コア層10とコイル層15との間には、下部コアとコイル層間の絶縁確保のための絶縁下地層16が形成されており、この絶縁下地層16は、例えば、Al₂O₃で形成されている。

【0006】

そして、絶縁下地層16上に、巻き中心部15aを中心として螺旋状にパターン形成された、コイル層15が形成されている。コイル層15は、絶縁層17によって覆われている。絶縁層17は、Al₂O₃によって形成されている。

【0007】

また、コイル層15の上には、絶縁層17を介して第2のコイル層18が螺旋状にパターン形成されている。第2のコイル層18の巻き中心部18aとコイル層15の巻き中心部15aは電氣的に接続されている。

【0008】

そして、第2のコイル層18は、レジストやポリイミドなどの有機材料による絶縁層19に覆われ、絶縁層19上には、上部コア層20がパターン形成されている。

【0009】

上部コア層20は、その先端部20aが、トラック幅規制部11上に接して形成されており、また基端部20bは、下部コア層10上に形成された磁性材料製の持ち上げ層21上に磁氣的に接続された状態となっている。

【0010】

なお、下部コア層10、下部磁極層12、上部磁極層14、上部コア層20は、NiFe合金などの軟磁性材料からなる。また、ギャップ層13はNiPなどの非磁性材料からなる。コイル層は、Cuなどの導電性非磁性材料からなる。

【0011】

図14に示すインダクティブヘッドでは、コイル層15および第2のコイル層18に記録電流が与えられると、下部コア層10及び上部コア層20に記録磁界が誘導され、トラック幅規制部11において、ギャップ層13を介して対向する下部磁極層12及び上部磁極層14間に漏れ磁界が発生し、この漏れ磁界により、ハードディスクなどの記録媒体に磁気信号が記録される。

【0012】

図に示されるインダクティブヘッドでは、コイルが2層の積層構造となっているため、コイル層15の幅寸法T3を小さくして、下部コア層10及び上部コア層20の寸法を小さくすることができ、磁気ヘッドのインダクタンスの低減を図ることができる。従って、高記録周波数化に対応可能になる。

【0013】

また、特許文献2には、コイル層の抵抗値を下げるため、コイル層の上部コア層と下部コア層に挟まれる部分以外の部分で、コイル層の膜厚を厚くした磁気ヘッドが記載されている。コイル層の抵抗値を下げることによって熱雑音の発生を低減することができる。

【0014】

【特許文献1】

特開2001-52309号公報（第2図）

【特許文献2】

特開平6-103526号公報（第3頁、第1図）

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

ハード磁気ディスクが搭載される磁気記録装置において、特許文献1及び特許文献2に記載された磁気ヘッドは、磁気ディスクから微小間隔をもって浮上するスライダ上に設けられている。

【0016】

ところで、インダクティブ型の磁気ヘッドでは、コイル層15の発熱によりトラック幅規制部11が膨張して、スライダの記録媒体との対向面から突出する。

【0017】

特に、高記録密度を可能とした薄膜磁気ヘッドでは、コイル層 15 に与えられる記録電流の周波数が高いため、コイル層の発熱量が多くなる。コイル層 15 の発熱の増大に伴って、トラック幅規制部の熱膨張が顕著になり、突出量が増大する。

【0018】

また、高密度および高速記録が可能な磁気記録装置では、磁気媒体とスライダの対向間隔が狭くなっているため、突出したトラック幅規制部 11 が磁気媒体に当たる頻度が高くなり、記録媒体を損傷させたり、記録ヘッド自体が損傷する可能性が高くなる。

【0019】

コイル層 15 の発熱量を低減するためには、コイル層 15 の断面積を大きくしてコイル層 15 の抵抗値を小さくする必要がある。特に、持ち上げ層 21 よりもトラック幅規制部 11 に近い、コイル層 15 の前方部分の抵抗値を低減する必要がある。

【0020】

しかし、前述の如く、下部コア層 10 及び上部コア層 20 の寸法を小さくして、磁気ヘッドのインダクタンスを低減させるためには、コイル層 15 の幅寸法 T3 を小さくする必要がある。従って、コイル層 15 の幅寸法（図示 Y 方向寸法）W1 を大きくすることはできない。

【0021】

また、上部コア層 20 とトラック幅規制部 11 の接合を確実にするために、トラック幅規制部 11 の上面 11a を平坦面にする必要がある。しかし、磁気ヘッドは非常に微細なため、トラック幅規制部 11 の上面のみを平坦面にすることはできず、絶縁層 17 の上面 17a も平坦面になる。コイル層 15 は絶縁層 17 に覆われることが必要なので、コイル層 15 の上面を絶縁層 17 の上面 17a よりも上方にすることもできない。すなわち、特許文献 2 に記載されているように、単純にコイル層を複数重ねる構造をとることができない。

【0022】

本発明は、上記従来の課題を解決するためのものであり、少なくとも上部コア層と下部コア層に挟まれた領域のコイル層を下方方向に延ばすことにより、膜厚を大きくしてコイル層の抵抗値を低減できる磁気ヘッドの製造方法を提供することを目的としている。

【 0 0 2 3 】

【課題を解決するための手段】

本発明の磁気ヘッドの製造方法は、以下の工程を有することを特徴とするものである。

- (a) 下部コア層をメッキで形成する工程、
- (b) 前記下部コア層上に、磁性材料製の第 1 の持ち上げ層と第 2 の持ち上げ層を第 1 の方向に間隔を開けて形成する工程、
- (c) 前記下部コア層の上に、無機絶縁層を形成する工程、
- (d) 前記無機絶縁層に、前記第 2 の持ち上げ層の回りに位置し、且つ前記第 1 の持ち上げ層と第 2 の持ち上げ層とで挟まれた領域を通過する複数条の溝部を形成する工程、
- (e) 前記溝部の内部及び前記溝部に重なる領域に、前記溝部の深さ寸法より大きな膜厚を有する複数条のコイル層を連続メッキによって形成する工程、
- (f) 前記コイル層の各条の間を絶縁材料で絶縁する工程、
- (g) 前記第 2 の持ち上げ層に接続され、前記第 1 の持ち上げ層と非磁性材料からなるギャップ層を介して対向する上部コア層を、磁性材料を用いて形成する工程。

【 0 0 2 4 】

本発明では、前記 (c) 工程で、前記下部コア層の上に無機絶縁層を形成したときに、この無機絶縁層が前記第 1 の持ち上げ層と前記第 2 の持ち上げ層に挟まれる領域内に形成されることになる。そして、前記 (d) 工程によって、前記第 1 の持ち上げ層と前記第 2 の持ち上げ層に挟まれる領域の前記無機絶縁層に、複数条の溝部が形成される。さらに、前記 (e) 工程によって、この前記溝部の内部及び前記溝部に重なる領域に、前記溝部の深さ寸法より大きな膜厚を有する複数条のコイル層が連続メッキによって形成される。

【0025】

これらの工程を経ることにより、前記コイル層を前記無機絶縁層の内部と前記無機絶縁層の上の層の絶縁層の内部にまたがって形成されたものにできる。従って、本発明によって製造された磁気ヘッドは、前記上部コア層と下部コア層に挟まれた前記コイル層の前方領域の膜厚を、従来よりも厚くすることが可能になる。

【0026】

しかも、前記(e)工程において、前記コイル層を連続メッキによって形成している。

【0027】

ここでいう、連続メッキとは、前記コイル層を、一度のメッキ浴及び電流供給によって形成することを意味する。すなわち、本発明では、メッキ形成の途中のコイル層を、メッキ浴中から出してから再びメッキ浴中に浸すという過程を経ない。

【0028】

従って、本発明の磁気ヘッドの製造方法であれば、膜厚の大きなコイル層を容易かつ迅速に形成することができる。しかも、形成されたコイル層は、継ぎ目のない、組成、構造が均一な導電性材料層になる。

【0029】

また、無機材料によって形成された無機絶縁層は、熱伝導率が大きいため無機絶縁層中にコイル層が埋めこまれても、外部に熱が逃げやすくなっている。

【0030】

従って、本発明では、前記コイル層の断面積を大きくして前記コイル層の抵抗値を小さくすることができる。特に、前記第2持ち上げ層よりも媒体対向面に近い、前記コイル層の前方部分の抵抗値を低減することができる。しかも、前記コイル層の膜厚を大きくすることによって、断面積を大きくしているため、下部コア層及び上部コア層の寸法を小さく維持して、磁気ヘッドのインダクタンスが増大することを防ぐことができる。

【0031】

従って、前記コイル層の発熱により磁気ヘッドが膨張したときの、スライダの記録媒体との対向面から突出量を低減できる。特に、高記録密度に対応するために前記コイル層に与えられる記録電流の周波数が高くなっても、コイル層の発熱量を抑制でき、前記突出量を低減できる。

【0032】

また、高密度および高速記録が可能な磁気記録装置では、磁気媒体とスライダの対向間隔が狭くなっているが、本発明では、磁気ヘッドの前記突出量を低減できるため、磁気ヘッドが磁気媒体に当たる頻度を低くでき、記録媒体を損傷させたり、記録ヘッド自体が損傷する可能性を低減できる。

【0033】

本発明では、前記第1の持ち上げ層上に、ギャップ層を有し、前記第1の方向に直交する第2の方向の幅寸法が、前記上部コア層の先端部の前記第2の方向の幅寸法より小さいトラック幅規制部を形成する工程を有することが好ましい。

【0034】

前記トラック幅規制部を形成することによって磁気ヘッドのトラック幅を小さくすることができる。本発明では、前記トラック幅規制部の下面よりも、下方位置に前記コイル層の下面が位置するようになる。

【0035】

例えば、前記磁極部は非磁性材料からなるギャップ層と、前記第2の方向の幅寸法が、前記上部コア層の先端部の前記第2の方向の幅寸法より小さい上部磁極層を有するものである。

また、前記ギャップ層と第1の持ち上げ層の間に、磁性材料からなり、前記第1の方向に直交する第2の方向の幅寸法が、前記第1の持ち上げ層の前記第2の方向の幅寸法より小さい下部磁極層を有することが好ましい。

【0036】

本発明によって形成された前記コイル層の各条は、下部領域と、前記下部領域より幅寸法の大い上部領域からなる。

【0037】

なお、前記無機材料層の材料は、例えばSiO₂である。

また、前記上部コア層の形成を容易にするために、前記第2の持ち上げ層上に第3の持ち上げ層を形成し、この第3の持ち上げ層に前記上部コア層を接続することが好ましい。

【0038】

また、本発明では、前記絶縁層の上に直接にまたは他の層を介して、前記コイル層と電氣的に接続された第2のコイル層を形成し、この第2のコイル層を覆う絶縁層の上に上部コア層を形成してもよい。

【0039】

【発明の実施の形態】

図1に示す磁気ヘッド装置は、 Al_2O_3-TiC からなる略直方体のスライダ31を有しており、その対向面31bがハード磁気ディスクである記録媒体に対向する。スライダ31のトレーリング側の端面31a上に、磁気ヘッドHと端子層32、32および端子層33、33が形成されている。磁気ヘッドHのインダクティブヘッド部のコイル層は端子部32、32に接続されている。また、再生ヘッド部の磁気抵抗効果素子が設けられている場合には、端子層33、33から前記磁気抵抗効果素子に検出電流が与えられる。

【0040】

図2に示される磁気ヘッドは、浮上式ヘッドを構成するセラミック材のスライダ31のトレーリング側端面31aに形成されたものであり、MRヘッドh1と、書込み用のインダクティブヘッドh2とが積層されたMR／インダクティブ複合型薄膜磁気ヘッド（以下、単に薄膜磁気ヘッドという）となっている。

【0041】

MRヘッドh1は、磁気抵抗効果を利用してハードディスクなどの記録媒体からの洩れ磁界を検出し、記録信号を読み取るものである。

【0042】

図2に示すように、スライダ31のトレーリング側端面31a上に Al_2O_3 膜34を介してNiFe等からなる磁性材料製の下部シールド層35が形成され、さらにその上に絶縁材料製のギャップ層36が形成されている。

【0043】

ギャップ層 36 内には記録媒体との対向面からハイト方向（図示 Y 方向）に向けて、異方性磁気抵抗効果（AMR）素子、巨大磁気抵抗効果（GMR）素子あるいはトンネル型磁気抵抗効果（TMR）素子などの磁気抵抗効果素子 37 が形成され、さらにギャップ層 36 の上に NiFe 等の磁性材料で形成された上部シールド層 38 が形成されている。MR ヘッド h1 は、下部シールド層 35 から上部シールド層 38 までの積層膜で構成されている。

【0044】

MR ヘッド h1 の上に、アルミナなどの絶縁材料によって形成された分離層 39 を介して、本発明の磁気ヘッドの製造方法を用いて形成されたインダクティブヘッド h2 が積層されている。このインダクティブヘッド h2 では、下部コア層 40 が NiFe などの磁性金属材料でメッキ形成されており、その端部は対向面 31b に露出している。

【0045】

下部コア層 40 の対向面 31b 側の上には、磁性材料製の第 1 持ち上げ層 41 が積層されており、第 1 持ち上げ層 41 から第 1 の方向（図示 Y 方向；ハイト方向）に間隔を開けて磁性材料製の第 2 の持ち上げ層 42 が積層されている。

【0046】

下部コア層 40 の上の第 1 持ち上げ層 41 と第 2 持ち上げ層 42 に挟まれる領域及び第 2 持ち上げ層の第 1 の方向後方（ハイト方向後方）に、無機絶縁層 43 が形成されている。第 1 持ち上げ層 41 と第 2 持ち上げ層 42 は例えば NiFe によって形成される。無機絶縁層 43 は SiO₂ によって形成されている。

【0047】

第 1 持ち上げ層 41 の上には、トラック幅規制部 44 が形成されている。トラック幅規制部 44 は、第 1 持ち上げ層 41 の上にメッキ成長した磁性金属材料で形成された下部磁極層 44a と、下部磁極層 44a の上にメッキ成長した NiP などの非磁性金属で形成されたギャップ層 44b、およびギャップ層 44b の上にメッキ成長した磁性金属材料で形成された上部磁極層 44c との三層構造である。

【0048】

下部磁極層 44a および上部磁極層 44c は、下部コア層 40 および上部コア層 51 と同じ磁性材料で形成されていてもよいが、下部コア層 40 および上部コア層 51 よりも飽和磁束密度の高い磁性材料で形成されていることが好ましい。また、トラック幅規制部 44 の先端部 44d は、対向面 31b に露出していてもよいし、薄い保護膜で覆われていてもよい。

【0049】

なお、下部磁極層 44a、上部磁極層 44c は例えば NiFe によって形成され、ギャップ層 44b は NiP（ニッケル—リン）合金によって形成される。

【0050】

この実施の形態では、第1持ち上げ層 41 上の対向面 31b よりも内方（第1の方向側）に、有機絶縁材料、無機絶縁材料または非磁性金属材料で形成された Gd 決め層 45 が形成されている。Gd 決め層 45 の対向面 31b 側には、トラック幅規制部 44 の下部磁極層 44a とギャップ層 44b の後端が接触しており、ギャップ層 44b の奥行き寸法は、Gd 決め層 45 により決められている。Gd 決め層 45 上には、上部磁極層 44c の後端が乗り上げて形成されている。

【0051】

磁気ヘッドの内方では、第2持ち上げ層 42 上に、NiFe などの磁性金属材料の第3持ち上げ層 46 がメッキ形成されている。第3持ち上げ層 46 の上面 46a は平坦であり、トラック幅規制部 44 の上面 44e と同一平面内に形成されている。

【0052】

第1の持ち上げ層 41 と第2の持ち上げ層 42 に挟まれる領域の無機絶縁層 43 及び第2の持ち上げ層 42 より後方（図示 Y 方向）の無機絶縁層 43 に、第2持ち上げ層 42 の周りをらせん状に巻回する複数条の溝部が形成されており、この溝部の内部及び溝部に重なる領域に、溝部の深さ寸法 D1 より大きな膜厚 D2 を有する複数条のコイル層 47 が形成されている。コイル層 47 は Cu によって形成されている。また、コイル層 47 は、Cu からなる層と Ni からなる保護層の積層構造であってもよい。

コイル層 47 の各条 47a 間とコイル層 47 上には絶縁層 48 が設けられている

。このように、図2に示されるインダクティブヘッドは、上部コア層51と下部コア層40に挟まれた領域でコイル層47の膜厚を、従来よりも厚くすることが可能になっている。

【0053】

しかも、コイル層47をメッキ形成する際、コイル層47を連続メッキによって形成している。

【0054】

ここでいう、連続メッキとは、コイル層47を、下地層53上に一度のメッキ浴及び電流供給によって形成することを意味する。すなわち、メッキ形成の途中のコイル層47を、メッキ浴中から出してから再びメッキ浴中に浸すという過程を経ない。従って、コイル層47は、下地層53の部分を除き、継ぎ目のない、組成、構造が均一な導電性材料層になる。なお、コイル層47がCuからなる層とNiからなる保護層の積層構造であるときには、保護層の下層の層（例えばCuからなる層）が前記連続メッキによって形成される。

【0055】

また、無機絶縁層43と絶縁層48は、熱伝導率が大きいSiO₂などの無機材料で形成されているのでコイル層47から発生した熱が逃げやすくなっている。

【0056】

コイル層47を覆う絶縁層48の上面48aは平坦面であり、第3持ち上げ層46の上面46a及びトラック幅規制部44の上面44eと同一平面内に形成されている。

【0057】

絶縁層48上面に、第2のコイル層49が第3持ち上げ層46の周囲を螺旋状に巻回されて形成されている。コイル層47と第2のコイル層49は、中心部が絶縁層48を貫通して互いに接続されている。

【0058】

第2のコイル層49はCuによって形成されている。また、第2のコイル層49は、Cuからなる層とNiからなる層の積層構造であってもよい。

【0059】

第2のコイル層49は、コイル絶縁層50により覆われている。コイル絶縁層50は、レジスト等の有機絶縁材料からなり、第2のコイル層49の互いに隣り合う導電層間を埋めると共に、第2のコイル層49の上面を覆っている。

【0060】

上部コア層51は、コイル絶縁層50上に形成されており、基部51bが第3持ち上げ層46の上面46aに接続されて、先端部51aがトラック幅規制部44の上面44eに接続されている。上部コア層51の先端部51aは、対向面31bに露出することなく形成されている。上部コア層51は例えばNiFeなどの磁性材料によって形成されている。

【0061】

インダクティブヘッドh2は、保護層52により覆われている。保護層52は、AlSiOやAl₂O₃等の絶縁材料からなる。

【0062】

保護層52上に図1に示した端子層32, 32および端子層33, 33が形成されている。この端子層32, 32および端子層33, 33は、比抵抗の小さい金属材料であるAu、Ag、Pt、Cuのいずれかである。

【0063】

インダクティブヘッドh2の第1のコイル層47の端部（図示せず）と第2のコイル層49の端部（図示せず）は、例えば、それぞれ端子層33, 33のどちらか一方に導通されている。またMRヘッドh1は、例えば端子層32, 32と導通されている。

【0064】

端子層32, 32および端子層33, 33はいわゆるボンディングパッドとして機能するものであり、前記各端子層に接続されたワイヤー、またはフレキシブルプリント基板のリードが、磁気記録再生装置に設けられた電気回路と導通されている。

【0065】

図3は、図2に示されたインダクティブヘッドh2の構造を、記録媒体との対

向面から見た部分正面図、図4は、他の実施形態のインダクティブヘッドh2の構造を示す部分正面図である。

【0066】

図3に示すように下部コア層40の上には、第1持ち上げ層41が形成されている。第1持ち上げ層41は下部コア層40と同様に、記録媒体との対向面に露出形成され、第1持ち上げ層41の下面は下部コア層40と磁氣的に接続された状態になっている。

【0067】

図3に示すように第1持ち上げ層41は、トラック幅方向（図示X方向）における幅寸法がT2で形成されている。この幅寸法T2は、少なくとも下部磁極層44aの図示X方向の幅寸法に比べて大きく形成される必要がある。

【0068】

第1持ち上げ層41の幅寸法T2は $5\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ の範囲内、高さ寸法H4は $1\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。

【0069】

トラック幅規制部44の先端部44dは、前記第1の方向に直交する第2の方向（図示X方向；トラック幅方向）の幅寸法が、トラック幅規制部44の上に設けられる上部コア層の先端部の前記第2の方向の幅寸法より小さくなっている。インダクティブヘッドh2の記録トラック幅は、トラック幅規制部44の先端部44dの前記第2の方向（トラック幅方向）の幅寸法によって規定される。高記録密度に対応した薄膜磁気ヘッドにおいて、トラック幅規制部44の先端部44dの幅寸法（トラック幅Tw）は、 $0.7\mu\text{m}$ 以下で形成されることが好ましく、より好ましくは $0.5\mu\text{m}$ 以下である。

【0070】

図4では、下部磁極層44aの基端から第1持ち上げ層41の両側上面には、上部コア層から離れる方向に傾斜する傾斜面41a、41aが形成されており、これにより、さらにライトフリッジングの発生を適切に抑制することができる。

【0071】

図2及び図3に示された磁気ヘッド（インダクティブヘッド）の製造方法を示

す。

【0072】

図5から図13は、図2及び3に示す本発明における薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一連の製造工程図である。

【0073】

まず図5では、下部コア層40上に、レジスト層R1を塗布形成し、レジスト層R1に、露光現像によって、記録媒体との対向面から第1の方向（ハイト方向図示Y方向）に所定の長さ寸法であって、且つ第1の方向と直交する第2の方向（トラック幅方向：図示X方向）に所定の幅寸法で形成される溝R1aを形成する。さらに、レジスト層R1の溝R1aから第1の方向に所定距離離れた位置に、貫通孔R1bを形成する。そして、NiFeなどの磁性材料を用いて、溝R1a内に第1持ち上げ層41を、貫通孔R1b内に第2持ち上げ層42を、メッキ形成する。

【0074】

第1持ち上げ層41及び第2持ち上げ層42の形成後、レジスト層R1を除去し、図6に示すように、下部コア層40上、第1持ち上げ層41上、及び第2持ち上げ層42上に無機絶縁層43をスパッタ法あるいは蒸着法によって堆積させる。無機絶縁層43はSiO₂によって形成される。

【0075】

無機絶縁層43の堆積後、無機絶縁層43の表面をCMP技術などを利用して、第1持ち上げ層41及び第2持ち上げ層42の高さ寸法がH4になるA-A線上まで削っていく。

【0076】

図6に示されるCMP技術による研磨工程によって第1持ち上げ層41の上面41b及び第2持ち上げ層42の上面42a並びに無機絶縁層43の上面43aが平坦化され、図7に示されるように、同一平面をなす。

【0077】

次に、図7に示される工程では、第1持ち上げ層41上の所定位置に、レジストなどの有機材料、SiO₂などの無機材料、Cuなどの非磁性金属材料を用い

てGd決め層45を形成する。

【0078】

図8に示される工程では、第1持ち上げ層41及び第2持ち上げ層42並びに無機絶縁層43の上に、レジスト層R2を塗布形成し、レジスト層R2に、露光現像によって、記録媒体との対向面から第1の方向に所定の長さ寸法であって、且つ第2の方向（トラック幅方向：図示X方向）に所定の幅寸法で形成される溝R2aを形成する。そして、溝R2a内にトラック幅規制部44をメッキ形成する。

【0079】

図8に示すようにトラック幅規制部44は、下から下部磁極層44a、ギャップ層44b、および上部磁極層44cで構成され、これら各層は、連続してメッキ形成されている。

【0080】

なお溝R2a内に形成されるトラック幅規制部44の膜構成は、上記3層の構成に限られない。すなわち、トラック幅規制部44は、下部コア層40と接続する下部磁極層44a及び／または上部コア層と接続する上部磁極層44c、ならびに一方のコア層とこれに対向する一方の磁極層または両磁極層の間に位置するギャップ層44bで構成されれば、どのような膜構成であってもかまわない。

【0081】

また前述のように、ギャップ層44bを磁極層と共にメッキ形成することが好ましく、この場合、ギャップ層44bを形成するメッキ形成可能な非磁性金属材料が、NiP、NiPd、NiW、NiMo、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Crのうち1種または2種以上から選択することが好ましい。

【0082】

これにより、下部磁極層44a、ギャップ層44bおよび上部磁極層44cを連続メッキして形成することができる。

【0083】

メッキ形成されたトラック幅規制部44は、図9に示されるように、レジスト層R3によって覆われて保護される。

【0084】

また、図9に示されるように、第1持ち上げ層41及び第2持ち上げ層42並びに無機絶縁層43の上に、レジスト層R4を塗布形成し、レジスト層R4に第2持ち上げ層42の周りに螺旋状に巻回する複数条の貫通溝をパターン形成する。複数条の貫通溝は第1持ち上げ層41と第2持ち上げ層42とで挟まれた領域を通過している。

【0085】

さらに、レジスト層R4をマスクとして、 CF_4 ガスを用いる反応性イオンエッチングによって無機絶縁層43に、第2持ち上げ層42の周りに螺旋状に巻回する複数条の溝部43bを形成する。溝部43bを形成する際、イオンミリングを用いると溝部43bの側壁上面43aに対してテーパ角を有する傾斜面になってしまうが、反応性イオンエッチングを用いることにより、溝部43bの側壁を上面43aに対する垂直方向に掘りこむことができる。

【0086】

溝部43bは第1の持ち上げ層41と第2の持ち上げ層とで挟まれた領域を通過している。

【0087】

溝部43bを形成した後、図10に示される工程では、コイル層47をメッキ形成するための下地層53をスパッタ法によって形成する。下地層53は、例えばCr層の上にTi層が積層されたものである。

【0088】

次に、図11に示される工程では、下地層53上に、レジスト層R5を塗布形成し、レジスト層R5の、無機絶縁層43の溝部43bに重なっている部分に貫通溝をパターン形成する。図11では、溝部43bの幅寸法W2より広い幅寸法W3を有する貫通溝を形成している。なお、溝部43bの幅寸法W2や貫通溝の幅寸法W3の絶対値は全ての部位で必ずしも一定ではなく、部位が異なると変わることもある。しかし、互いに重なっている貫通溝と溝部43bの幅寸法の相対的な値についてみると、上側になる貫通溝の幅寸法W3は下側になる溝部43bの幅寸法W2よりつねに広がっている。従って、溝部43bの開口部は全ての

部分が貫通溝の開口部内に露出しており、レジスト層 R 5 によって塞がれてはいない。

【0089】

そして、下地層 5 3 をメッキ下地として、溝部 4 3 b の内部からレジスト層 R 5 の貫通溝内にかけて、Cu をメッキして、コイル層 4 7 を連続メッキ形成する。ここでいう、連続メッキとは、コイル層 4 7 を、一度のメッキ浴及び電流供給によって形成することを意味する。すなわち、メッキ形成の途中のコイル層 4 7 を、メッキ浴中から出してから再びメッキ浴中に浸すという過程を経ない。

【0090】

従って、形成されたコイル層 4 7 は、継ぎ目のない、組成、構造が均一な導電性材料層（Cu 層）になる。しかも、膜厚の大きなコイル層 4 7 を容易かつ迅速に形成することができる。

【0091】

また、本発明では、図 1 1 に示す工程において溝部 4 3 b を形成するときには、膜厚 H 1 のレジスト層 R 4 をマスクとして用い、コイル層 4 7 をフレイムメッキ形成するときには、膜厚 H 2 のレジスト層 R 5 をフレイムとして用いている。つまり、膜厚 D 2 のコイル層 4 7 を形成するために、膜厚 D 2 より大きな膜厚のフレイムをレジストパターニングによって形成する必要がなく、薄い膜厚のレジストのパターン形成を 2 回行えばよい。レジストのパターン形成はレジストの膜厚が薄い程精度が高くなるので、本発明の磁気ヘッドの製造方法を用いるとコイル層 4 7 の寸法精度及び位置精度を向上させることができる。

【0092】

なお、図 1 1 では、コイル層 4 7 を Cu のみからなる単層構造のものとして示しているが、Cu からなる層を連続メッキ形成した後、酸化保護層としての Ni 層を形成してもよい。

【0093】

コイル層 4 7 をメッキ形成した後、レジスト層 R 5 を除去し、レジスト層 R 5 の下にあってマスクングされていた下地層 5 3 をイオンミリングなどで除去する。さらに、持ち上げ層 4 2 上に、Ni Fe などの磁性材料からなる第 3 持ち上げ

層 46 をメッキ形成して、トラック幅規制部 44 を覆っていたレジスト層 R3 を除去すると図 12 に示される状態になる。

【0094】

図 12 に示されるように、本実施の形態の製造方法によってメッキ形成されたコイル層 47 は、溝部 43b の深さ寸法 D1 より大きな膜厚 D2 を有している。

【0095】

また、図 11 に示される工程で、溝部 43b の幅寸法 W2 より広い幅寸法 W3 を有する貫通溝を形成しており、溝部 43b の開口部は全ての部分が貫通溝の開口部内に露出しているので、コイル層 47 を均一な構造にすることが容易になっている。なお、貫通溝の幅寸法 W3 が溝部 43b の幅寸法 W2 より大きくなっているため、形成されたコイル層 47 は下部領域 47b の幅寸法より上部領域 47c の幅寸法の方が大きくなっている。

【0096】

次に、図 13 に示される工程では、コイル層 47 の各条（各ターン）47a の間及び上部に絶縁材料をスパッタ法または蒸着法などを用いて堆積させ、絶縁層 48 を形成する。絶縁層 48 はアルミナや SiO₂ などの無機材料によって形成されている。

【0097】

絶縁層 48 を堆積させた後、CMP 技術などを利用して、トラック幅規制部 44 の上面及び第 3 持ち上げ層 46 の上面が表れる B-B 線上まで削っていく。

【0098】

図 13 に示される CMP 技術による研磨工程によってトラック幅規制部 44 の上面及び第 3 持ち上げ層 46 の上面並びに絶縁層 48 の上面が平坦化され、同一平面をなす。

【0099】

上記研磨工程によって、コイル層 47 を覆う絶縁層 48 の上面 48a を平坦面とした後、絶縁層 48 の上面 48a に、第 2 のコイル層 49 を、第 3 持ち上げ層 46 の周囲を螺旋状に巻回されようようにメッキ形成する。このとき、コイル層 47 と第 2 のコイル層 49 は、中心部が絶縁層 48 を貫通して互いに接続されるように

する。

【0100】

第2のコイル層49もCuによって形成される。また、第2のコイル層49は、Cuからなる層とNiからなる層の積層構造であってもよい。

【0101】

その後、第2のコイル層49を、コイル絶縁層50によって覆う。コイル絶縁層50は、レジスト等の有機絶縁材料からなり、第2のコイル層49の互いに隣り合う導電層間を埋めると共に、第2のコイル層49の上面を覆う。

【0102】

さらに、コイル絶縁層50上に上部コア層51を形成すると図2に示されたインダクティブヘッドh2が形成される。上部コア層51の基部50bは第3持ち上げ層46の上面46aに接続され、先端部50aはトラック幅規制部44の上面44eに接続される。上部コア層51の先端部51aは、対向面31bに露出しないように、図示Y方向に後退させられている。上部コア層51は例えばNiFeなどの磁性材料によって形成される。

【0103】

これらの工程を経ることにより、コイル層47を無機絶縁層43と絶縁層48にまたがって形成されたものにできる。従って、コイル層47の膜厚D2を従来より大きくできる。例えば、溝部43bの深さ寸法D1は $1\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ 、コイル層47の膜厚D2は $2\mu\text{m}\sim 6\mu\text{m}$ である。

。

【0104】

従って、コイル層47の断面積を大きくしてコイル層47の抵抗値を小さくすることができる。

【0105】

しかも、コイル層47の膜厚を大きくすることによって、断面積を大きくしているため、コイル層47の幅寸法を小さく維持できる。従って、下部コア層及び上部コア層の寸法を小さく維持して、磁気ヘッドのインダクタンスが増大することを防ぐことができる。また、無機絶縁層43及び絶縁層48は、熱伝導率が大

きいのでコイル層 47 から発生した熱が外部に逃げやすくなっている。

【0106】

特に、第2持ち上げ層 42 よりも媒体対向面に近い、コイル層 47 の前方部分の抵抗値を低減することができ、コイル層 47 からの発熱量を低減できる。

【0107】

従って、コイル層 47 の発熱により磁気ヘッドが膨張したときの、スライダの記録媒体との対向面から突出量を低減できる。

【0108】

特に、高記録密度に対応するためにコイル層 47 に与えられる記録電流の周波数が高くなっても、コイル層 47 の発熱量を抑制でき、突出量を低減できる。

【0109】

また、高密度および高速記録が可能な磁気記録装置では、磁気媒体とスライダの対向間隔が狭くなっているが、本発明では、磁気ヘッドの突出量を低減できるため、磁気ヘッドが磁気媒体に当たる頻度を低くでき、記録媒体を損傷させたり、記録ヘッド自体が損傷する可能性を低減できる。

【0110】

また、上部コア層 51 とトラック幅規制部 44 の接合を確実にするために、トラック幅規制部 44 の上面 44e を平坦面にする必要があり、そのため、絶縁層 48 の上面 48a も平坦面にする必要があるが、本実施の形態の磁気ヘッドでは、コイル層 47 をトラック幅規制部 44 の下面よりも下方位置にまで延すことにより、絶縁層 48 の上面 48a をトラック幅規制部 44 の上面 44e と同一面をなす平坦面としつつ、コイル層 47 の膜厚を大きくすることを可能にしている。

【0111】

なお、図4に示されるような先端形状を有するインダクティブヘッドを形成するためには、図8工程でトラック幅規制部 44 をメッキ形成した後、トラック幅規制部 44 と第1持ち上げ層 41 の上面を斜め上方からのイオンミリングによって削る工程を加える。

【0112】

【発明の効果】

以上詳細に説明した本発明によって磁気ヘッドを形成すると、前記コイル層を前記無機絶縁層の内部と前記無機絶縁層の上の層の絶縁層の内部にまたがって形成されたものにできる。従って、本発明によって製造された磁気ヘッドは、前記上部コア層と下部コア層に挟まれた前記コイル層の前方領域の膜厚を、従来よりも厚くすることが可能になる。

【0113】

しかも、前記コイル層をメッキ形成する際、前記溝部の内部及び前記溝部に重なる領域に、前記溝部の深さ寸法より大きな膜厚を有する複数条のコイル層を連続メッキによって形成している。

【0114】

従って、本発明の磁気ヘッドの製造方法であれば、膜厚の大きなコイル層を容易かつ迅速に形成することができる。しかも、形成されたコイル層は、継ぎ目のない、組成、構造が均一な導電性材料層になる。

【0115】

また、無機材料によって形成された無機絶縁層は、熱伝導率が大きいのので無機絶縁層中にコイル層が埋めこまれても、外部に熱が逃げやすくなっている。

【0116】

従って、本発明では、前記コイル層の断面積を大きくして前記コイル層の抵抗値を小さくすることができる。特に、前記第2持ち上げ層よりも媒体対向面に近い、前記コイル層の前方部分の抵抗値を低減することができる。

【0117】

しかも、前記コイル層の膜厚を大きくすることによって、断面積を大きくしているため、下部コア層及び上部コア層の寸法を小さく維持して、磁気ヘッドのインダクタンスが増大することを防ぐことができる。

【0118】

従って、前記コイル層の発熱により磁気ヘッドが膨張したときの、スライダの記録媒体との対向面から突出量を低減できる。

【0119】

特に、高記録密度に対応するために前記コイル層に与えられる記録電流の周波

数が高くなっても、コイル層の発熱量を抑制でき、前記突出量を低減できる。

【0 1 2 0】

また、高密度および高速記録が可能な磁気記録装置では、磁気媒体とスライダの対向間隔が狭くなっているが、本発明では、磁気ヘッドの前記突出量を低減できるため、磁気ヘッドが磁気媒体に当たる頻度を低くでき、記録媒体を損傷させたり、記録ヘッド自体が損傷する可能性を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の薄膜磁気ヘッドが形成されたスライダの全体斜視図、

【図 2】

本発明を用いて形成された薄膜磁気ヘッドの実施の形態の断面図、

【図 3】

本発明を用いて形成された薄膜磁気ヘッドの実施の形態の正面図、

【図 4】

本発明を用いて形成された薄膜磁気ヘッドの実施の形態の正面図、

【図 5】

本発明の図 2 に示すインダクティブヘッドの製造方法を示す一工程図、

【図 6】

図 5 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 7】

図 6 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 8】

図 7 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 9】

図 8 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 1 0】

図 9 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 1 1】

図 1 0 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 1 2】

図 1 1 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 1 3】

図 1 2 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 1 4】

従来の製造方法を用いて形成された薄膜磁気ヘッドの断面図、

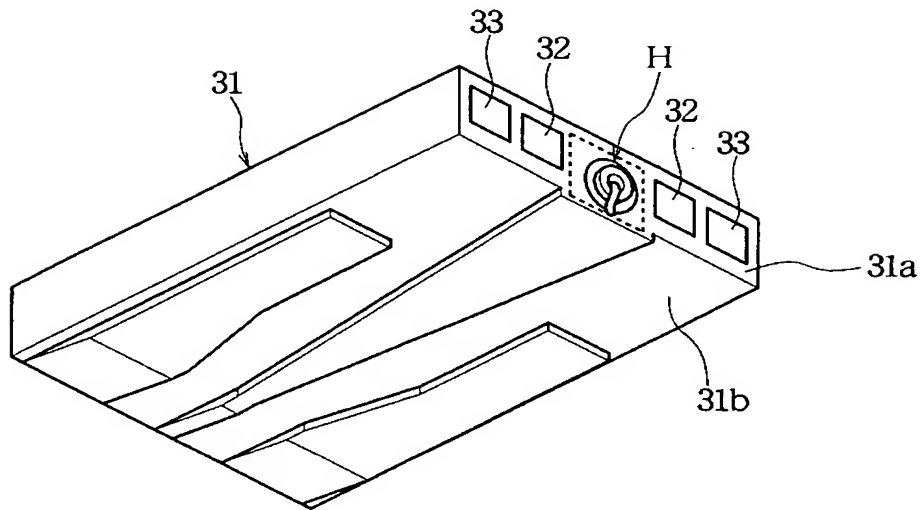
【符号の説明】

- 4 0 下部コア層
- 4 1 第 1 持ち上げ層
- 4 2 第 2 持ち上げ層
- 4 3 無機絶縁層
- 4 4 トラック幅規制部
- 4 4 a 下部磁極層
- 4 4 b ギャップ層
- 4 4 c 上部磁極層
- 4 5 G d 決め層
- 4 6 第 3 持ち上げ層
- 4 7 コイル層
- 4 8 絶縁層
- 4 9 第 2 コイル層
- 5 0 コイル絶縁層
- 5 1 上部コア層

【書類名】 図面

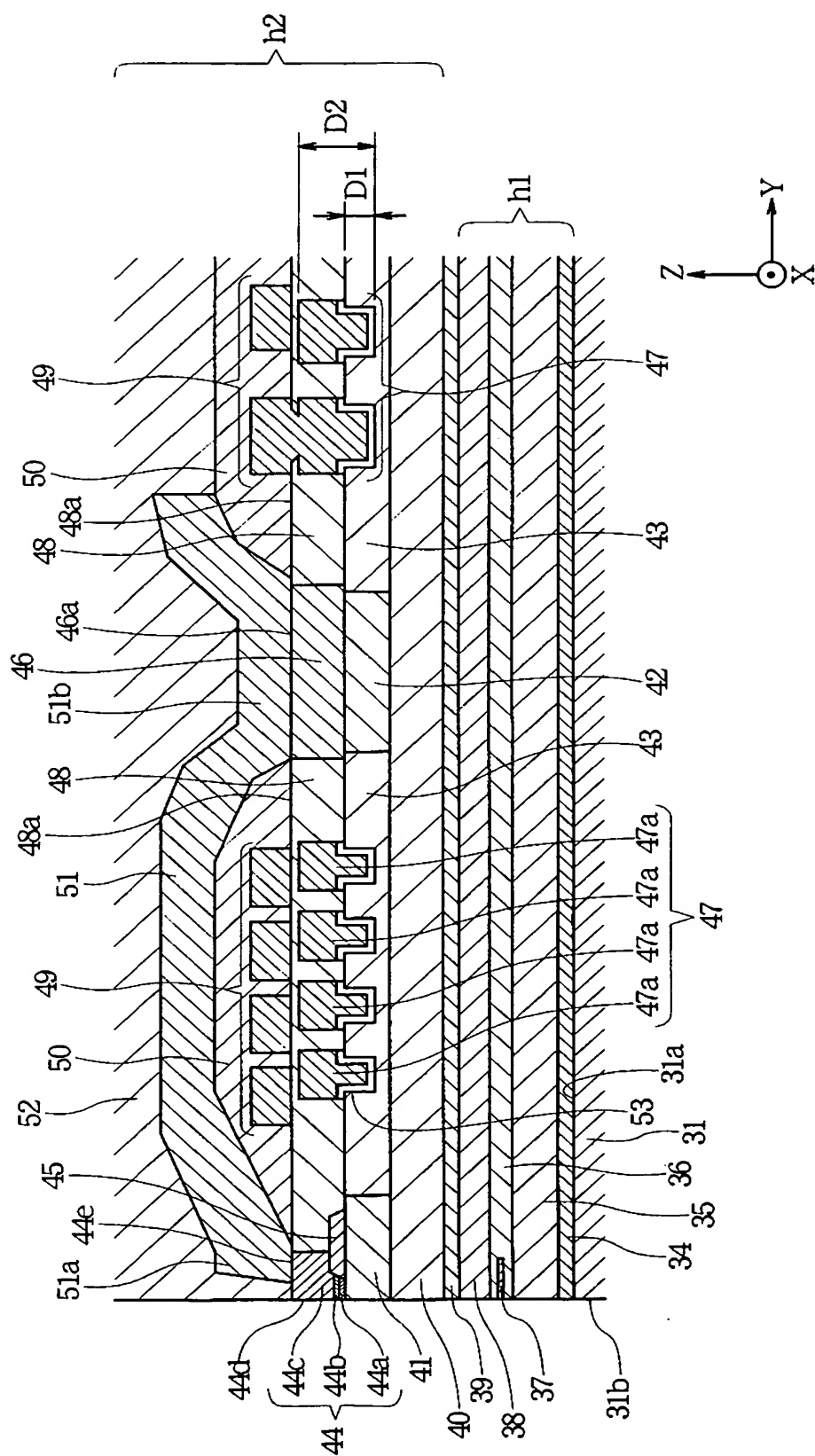
【図 1】

図 1



【図 2】

2
✕



【図 3】

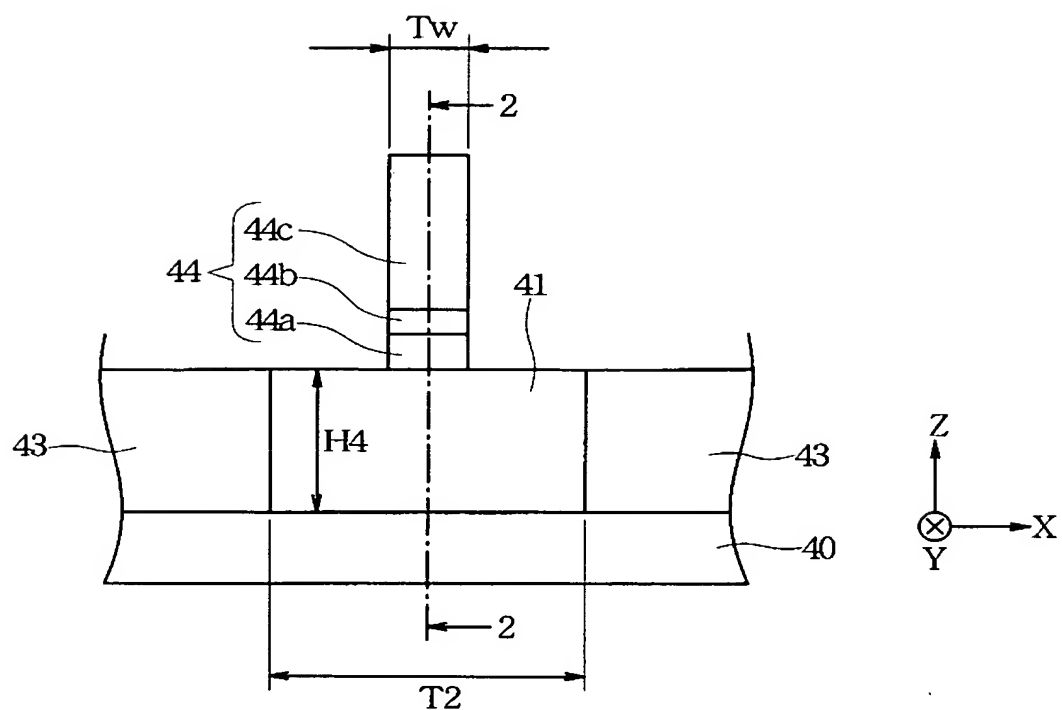


図 3

【図 4】

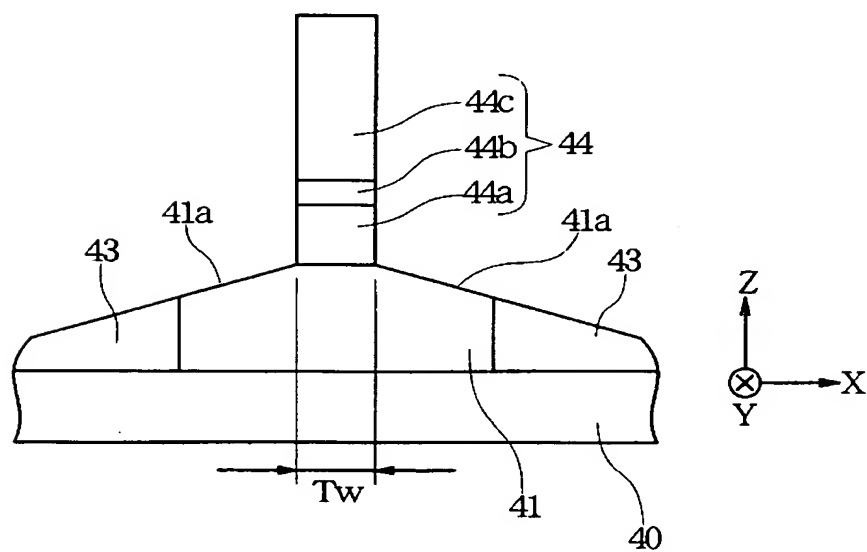
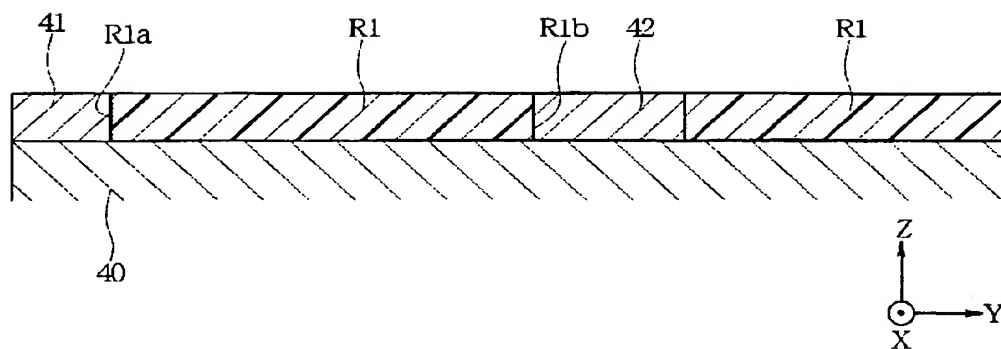


図 4

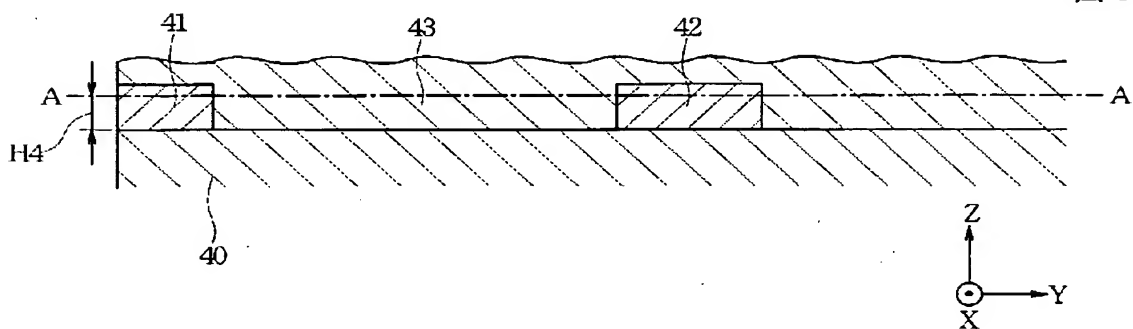
【図 5】

図 5



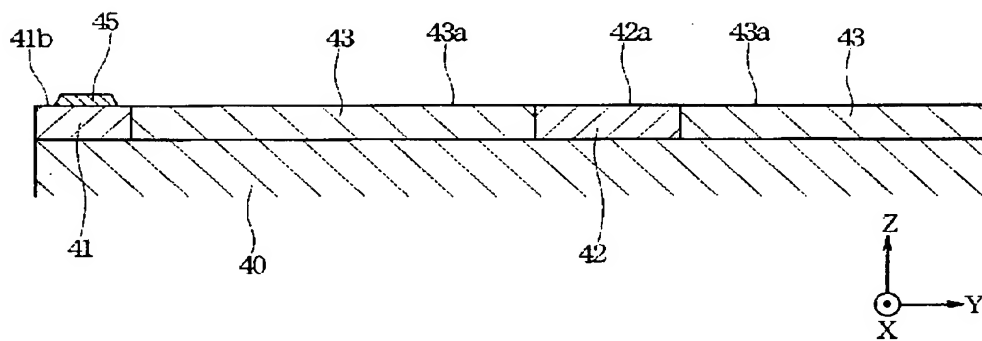
【図 6】

図 6

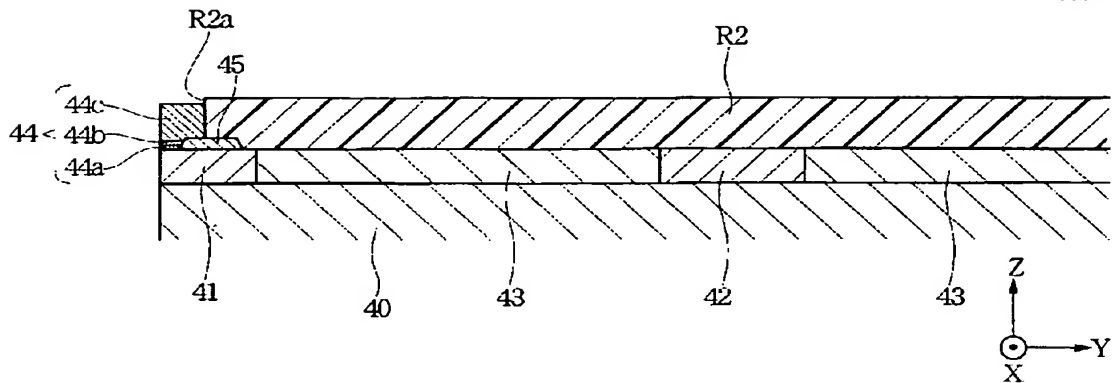


【図 7】

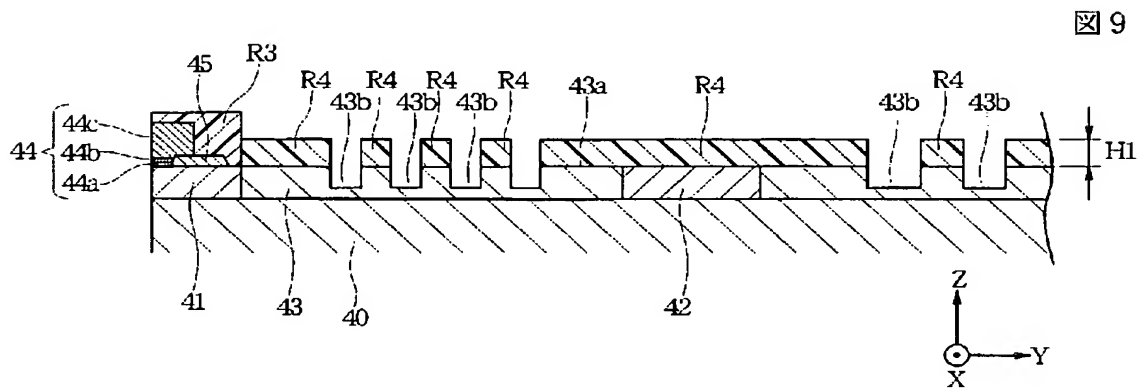
図 7



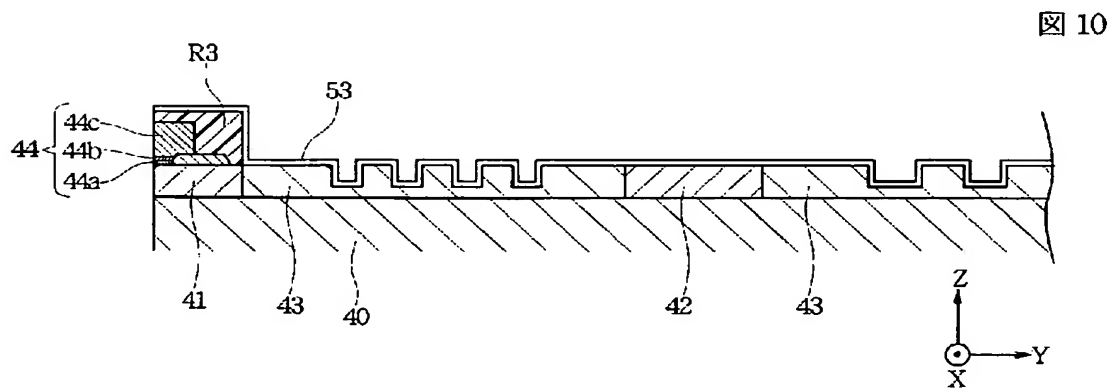
【図 8】



【図 9】

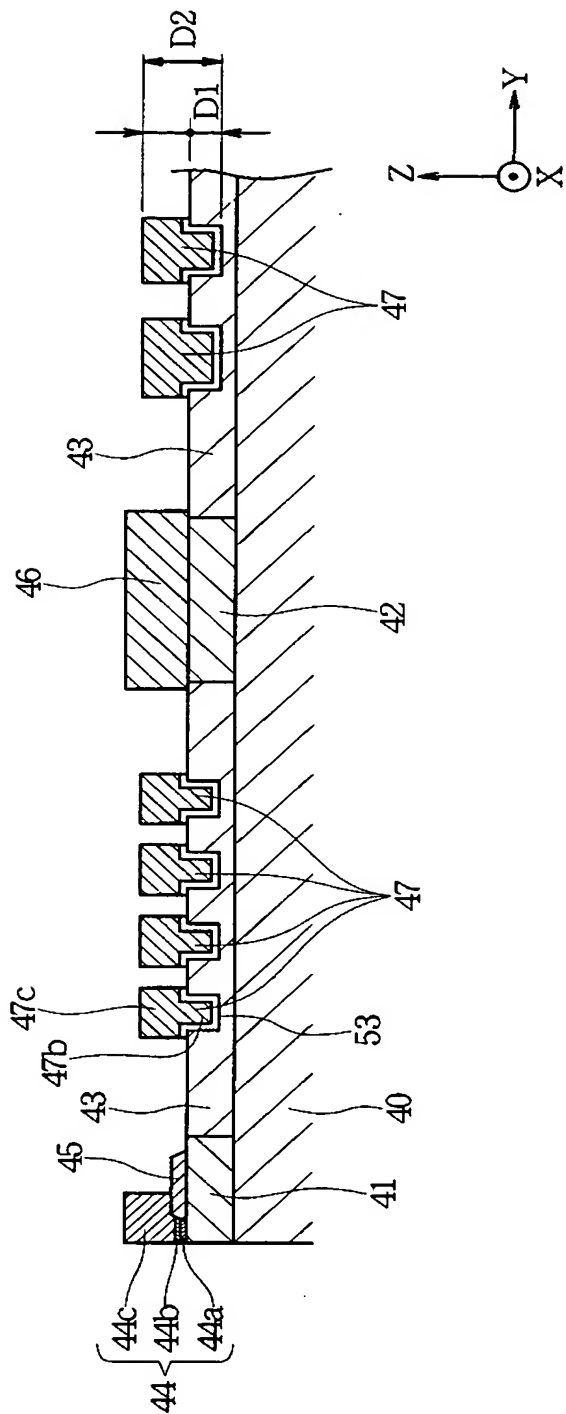


【图 10】

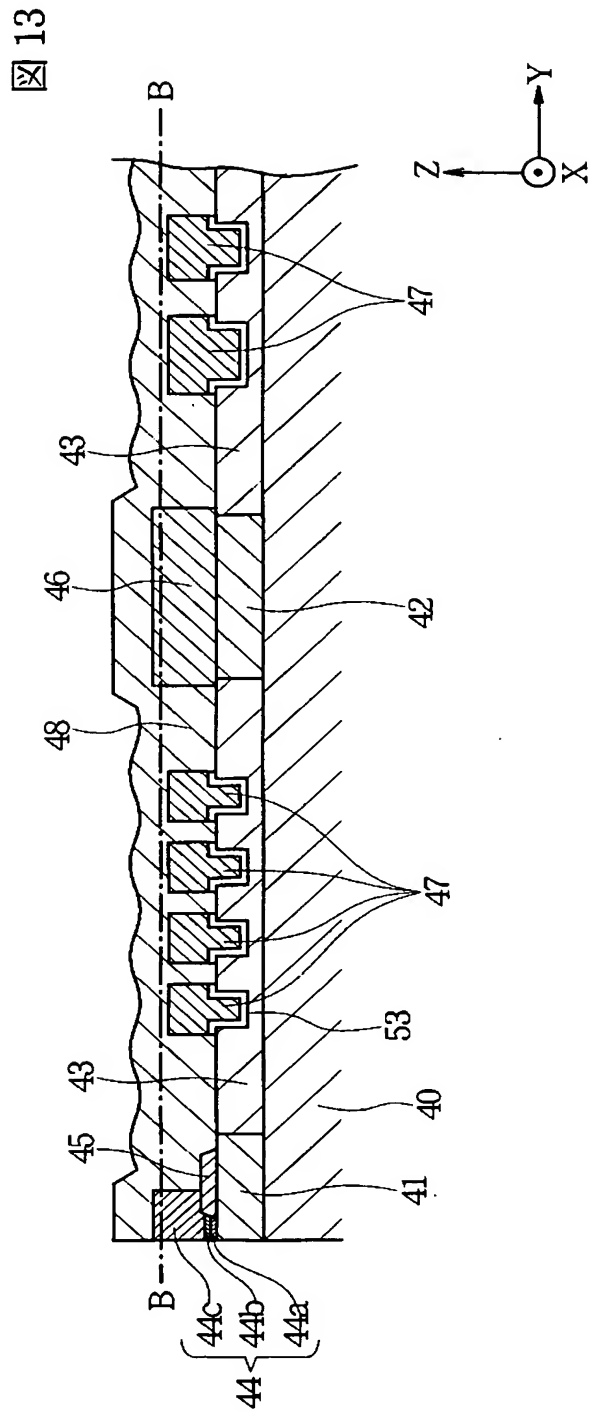


【図 12】

図 12

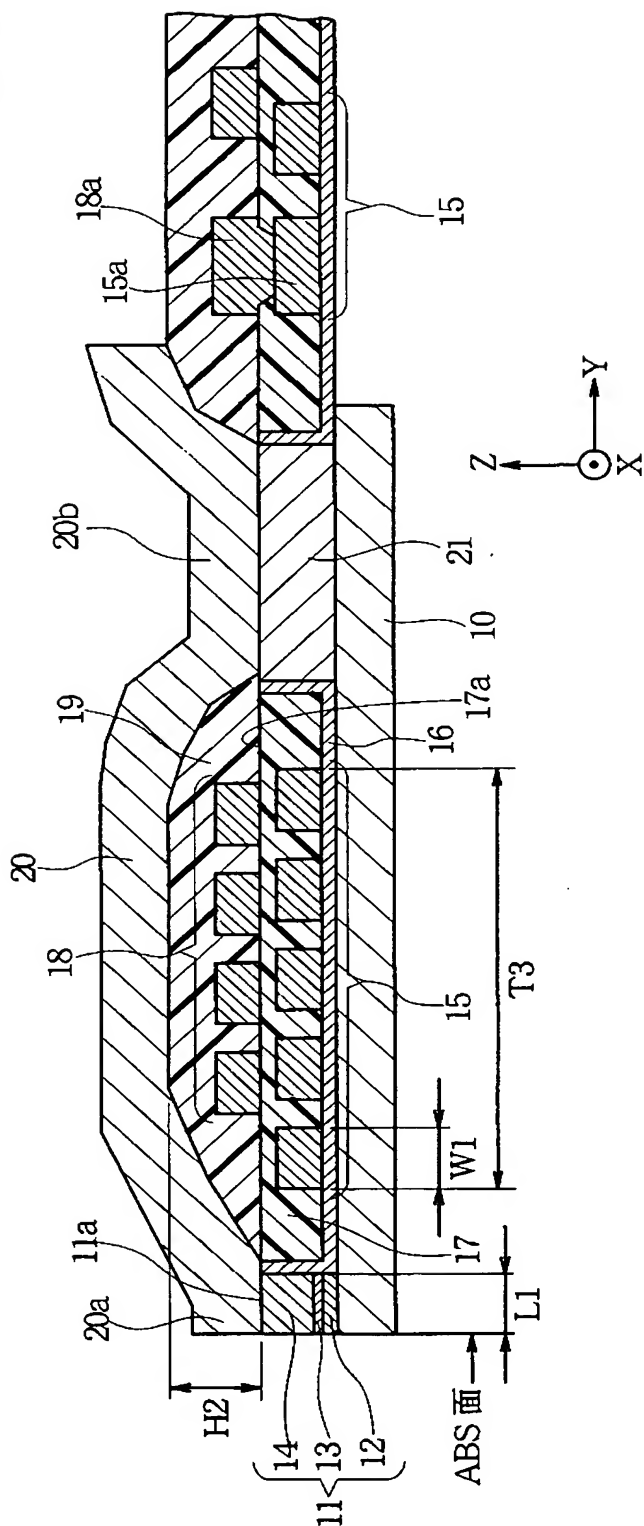


【図 13】



【図 14】

図 14



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 コイル層の抵抗を低減し、発熱量の少ない磁気ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】

下部コア層 4 0 上に第 1 持ち上げ層 4 1 と第 2 持ち上げ層 4 2 を形成し、第 1 持ち上げ層 4 1 と第 2 持ち上げ層 4 2 の間の空間を無機絶縁層 4 3 で埋めたあと、無機絶縁層 4 3 にコイル層 4 7 を形成する溝部を形成し、溝部内部と溝部に重なる領域にコイル層 4 7 をメッキ形成する。コイル層 4 7 を厚く形成できるので、断面積が大きくなって抵抗値が減り、発熱量が少なくなる。このため、トラック幅規制部 4 4 の熱膨張による突出を低減できる。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 3 4 8 3 6 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 1 0 0 9 8]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号

氏 名

アルプス電気株式会社